

**HUBUNGAN ANTARA PENGGUNAAN PESTISIDA DAN DAMPAK KESEHATAN:
STUDI KASUS DI DATARAN TINGGI SUMATRA BARAT**
*(The Relationship Between Pesticides Use and Health Impact:
A Case Study in Highlands of West Sumatera)*

Enny S. Pawukir* dan Joko Mariyono**

*Program Studi Pendidikan Dokter Universitas Jember, Jember

**Yayasan Bahtera Indonesia, Yogyakarta

Abstrak

Pestisida merupakan agensia beracun, sehingga berpotensi untuk menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan. Kasus keracunan pestisida di negara berkembang sangat tinggi tetapi tingkat penggunaan pestisida yang tinggi justru di negara maju. Tujuan kajian ini adalah menilai korelasi antara penggunaan pestisida dan dampaknya terhadap kesehatan. Kajian ini dilakukan di dataran tinggi Sumatra Barat tempat para petani menggunakan pestisida dalam jumlah yang banyak. Analisis dilakukan dengan metode regresi berganda. Hasil kajian ini menunjukkan bahwa daya racun pestisida, jumlah pestisida, dan tingkat pemajanan pestisida secara signifikan menimbulkan dampak kesehatan. Hal ini didukung oleh kenyataan bahwa petani masih menggunakan pestisida yang sangat berbahaya dan perilaku penyemprotan yang berisiko tinggi terhadap terjadinya keracunan. Kajian ini menjawab pertanyaan: mengapa kasus keracunan di negara-negara berkembang sangat tinggi sementara penggunaan pestisida yang tinggi terjadi di negara-negara maju.

Kata kunci: pestisida, pemajanan, tanda-gejala

Abstract

Pesticide is a poisonous agent, so which has adverse impacts on human health. The number of cases of pesticide poisoning is highly occurred in developing countries even though the high level of pesticide use is in developed countries. The objective of this study is to assess the relationship between pesticide use and its adverse health impacts among farmers who used the pesticides, and to identify the major cause of health impact. The study was conducted in highlands of West Sumatra where the farmers used pesticides in high volume. Analyses were carried out by employing multiregression and descriptive methods. The study indicates that toxicity, volume and exposure level of pesticides have caused significant negative impacts on the health of the farmers. It is supported by evidence is that the farmers used highly poisonous chemicals with risky behavior of spraying practices. The pesticides furthermore, exposed substantially to farmers in high volume. This study, therefore, is able to address the question i.e. why the case of poisoning in developing countries is high mean while the high level of pesticides use is in developed countries.

Keywords: pesticides, exposure, signs-symptoms

I. LATAR BELAKANG

Penggunaan pestisida kimia yang berlebihan sudah terbukti menimbulkan dampak lingkungan (Carson 1990). Di samping itu, pestisida juga dapat menimbulkan kerugian di bidang kesehatan (Houndekon dan Groote 1998). Dampak kesehatan penggunaan pestisida kimia mempunyai nilai yang tinggi bagi kehidupan dan kualitas hidup manusia, karena dapat mengurangi produktivitas (Antle dan Capalbo 1994; Antle dan Pingali 1994).

Pemajanan pestisida yang berhubungan dengan pekerjaan di sektor pertanian merupakan penyebab penting kematian para pekerja di seluruh dunia. Dalam jangka panjang, diduga telah menimbulkan masalah kesehatan, baik akut maupun kronis yang serius di negara berkembang maupun di negara maju (Hewitt and Smith 1995). Pimentel *et al.* (1992) menyatakan bahwa 80 persen produksi pestisida di seluruh dunia digunakan di negara-negara maju, namun setidaknya 80 persen keracunan pestisida terjadi di negara-negara berkembang.

Menurut estimasi Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dan Program Lingkungan PBB (UNEP), bahwa di negara-negara berkembang setiap tahun terjadi keracunan pestisida pada pekerja di bidang pertanian sebanyak 1-5 juta kasus dan 20.000 kasus di antaranya menyebabkan kematian (Fleischer 1999). Sebagai contoh di Indonesia pada tahun 1983 terdapat 168 kasus keracunan dan 96 kasus di antaranya meninggal (Bond 1996). Kishi *et al.* (1995) menambahkan bahwa kasus-kasus keracunan pestisida tidak dilaporkan dengan teliti, sehingga jumlah kasus keracunan lebih tinggi dari pada jumlah yang dilaporkan. Banyaknya kasus keracunan ini dapat dipahami mengingat jumlah bahan kimia pertanian yang beredar dan terdaftar secara resmi berjumlah sebanyak 535 merek dagang termasuk 265 merek dagang pestisida (Deptan 1991).

Mengingat kejadian keracunan pestisida di negara-negara berkembang sangat tinggi, dan sementara penggunaan pestisida yang

sangat tinggi di negara maju, maka diperlukan suatu kajian yang mengupas hubungan antara penggunaan pestisida dan dampaknya terhadap kesehatan, sehingga diketahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya keracunan pestisida. Oleh karena itu kajian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara penggunaan pestisida dan dampak kesehatan pada petani yang melakukan penyemprotan, dan mengidentifikasi penyebab terjadinya kasus keracunan.

Manfaat dari hasil kajian ini antara lain menyediakan informasi yang berguna sehubungan dengan kasus keracunan pestisida pada petani. Selanjutnya informasi tersebut diharapkan dapat digunakan sebagai bahan masukan dalam mengambil kebijakan dalam bidang kesehatan lingkungan dan kesehatan masyarakat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pestisida adalah bahan kimia yang sengaja dibuat dengan tujuan untuk menyebabkan kematian atau bahaya bagi makhluk hidup (Nhachi 1999). Berdasarkan sasaran yang dibunuh, pestisida digolongkan menjadi insektisida, fungisida, herbisida, dan nematisida yang secara berturut-turut digunakan untuk mengendalikan serangga, cendawan, gulma, dan cacing nematoda. Dari semua golongan tersebut, insektisida yang mempunyai dampak ekonomi dan ekologi paling tinggi (McLaughlin 1999). Berdasarkan bahan aktif penyusunnya, pestisida pada umumnya digolongkan menjadi menjadi golongan hidrokarbon ber-klor, organofosfat, karbamat, piretroid sintetis, dan garam-garam turunan dari triazin dan tiocarbamat. Penggolongan pestisida berdasarkan daya bunuhnya, terbagi menjadi IA: luar biasa beracun, IB: sangat beracun, II: beracun, III: kurang beracun, dan O tidak beracun jika digunakan secara normal. Penggolongan ini didasarkan atas nilai LD_{50} yaitu dosis bahan racun yang menyebabkan populasi organisme yang diperlakukan mati

sebanyak 50%. Semakin rendah nilai LD₅₀ menunjukkan bahwa bahan racun tersebut semakin berbahaya (WHO 1997).

Semua pestisida kimia berhubungan erat dengan risiko kesehatan manusia dan makhluk hidup lain, karena pada tingkat seluler semua organisme mempunyai kesamaan sistem antara satu dengan yang lain (Wilkinson 1988). Tingkat risiko sangat tergantung pada intensitas dan lamanya pemajanan pestisida terhadap makhluk hidup yang bersangkutan, dan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan setempat (Manahan 1983). Pemajanan pestisida kimia pada manusia dapat terjadi karena berhubungan dengan pekerjaan dan bukan pekerjaan. Pemajanan yang berhubungan dengan pekerjaan merupakan risiko yang harus ditanggung oleh pekerja yang bersangkutan (Ikerd 1999).

Secara umum pestisida kimia dapat masuk kedalam tubuh melalui tiga jalur yaitu: sistem pernafasan, sistem pencernaan dan jaringan kulit. Masuknya pestisida melalui jaringan kulit dianggap yang paling berbahaya (Nigg *et al.* 1988). Ini didasarkan atas pemikiran bahwa masuknya pestisida melalui kulit tidak disadari, sedangkan melalui mulut dan hidung akan disadari sepenuhnya oleh yang bersangkutan.

Masuknya pestisida ke dalam tubuh mempunyai potensi dampak kesehatan yang tidak diinginkan bagi yang menggunakan. Secara medis dampak kesehatan yang tidak diinginkan meliputi gangguan pernafasan (Wilkinson 1988), gangguan syaraf (Ecobichon *et al.* 1988), penyebab kanker (Blair *et al.* 1988), kerusakan sistem kekebalan tubuh dan sistem endokrin (Thomas *et al.* 1988) dan gangguan sistem reproduksi serta kerusakan janin (Mattison *et al.* 1988).

III. METODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi dan Sample Penelitian

Kajian ini dilakukan di dataran tinggi Aianan Panjang, yang terletak 70 km sebelah timur Padang ibukota Propinsi Sumatra Barat. Tempat ini dipilih atas

dasar pertimbangan bahwa petani menggunakan pestisida dalam volume tinggi. Metode yang digunakan adalah *surveillance* aktif, yaitu mengobservasi petani yang melakukan penyemprotan pestisida dan mencatat dampak kesehatan berupa tanda-gejala keracunan akut pada saat petani selesai melakukan penyemprotan. Yang dimaksud dengan akut adalah bahwa tanda-gejala keracunan tersebut merupakan akibat dari penyemprotan, oleh karena itu yang dicatat adalah tanda-gejala yang muncul setelah melakukan penyemprotan.

Untuk meminimalkan bias dan subyektivitas terhadap tanda-gejala akibat penyemprotan, petani diobservasi untuk memperoleh kondisi kesehatan sebelum melakukan penyemprotan. Kemudian observasi dilanjutkan selama petani melakukan penyemprotan untuk memperoleh informasi tentang perilaku dan pemajanan pestisida. Setelah selesai penyemprotan, petani diobservasi lagi untuk memperoleh informasi tanda-gejala keracunan setelah penyemprotan.

Dalam kajian ini dilakukan observasi sebanyak 100 petani yang dilakukan secara acak. Petani yang terpilih kemudian dihubungi untuk memastikan waktu penyemprotan. Pengambilan data dilakukan oleh petugas yang telah dilatih secara khusus dalam bidang kesehatan yang dilakukan oleh Puskesmas setempat.

2. Model Penelitian dan Pengukuran Variable

Kajian ini merupakan analisis survei epidemilogis secara *cross sectional* yang mengamati hubungan antara penggunaan pestisida dan dampak kesehatan. Pengamatan dilakukan satu kali, dan informasi yang diperoleh dicatat pada waktu yang bersamaan. Informasi tentang variabel yang diteliti diperoleh melalui pengamatan langsung dan wawancara berdasarkan kuesioner yang terstruktur.

Ada dua jenis variabel, yaitu variabel terikat, atau variabel yang dipengaruhi, dan variabel bebas, atau variabel yang mempengaruhi. Variabel terikat merupakan

tanda-gejala keracunan sebagai akibat dari penggunaan pestisida. Tanda keracunan adalah terjadinya perubahan fisik yang dapat diamati secara langsung, yang antara lain adalah: tangan gemetar, mata merah, mata kedutan, banyak keluar ludah, keringat berlebihan, sesak nafas, kehilangan keseimbangan, dan muntah yang diakibatkan oleh pemajanan pestisida. Gejala keracunan adalah keluhan yang dirasakan oleh petani akibat melakukan penyemprotan pestisida, yang antara lain adalah: sakit kepala, pusing, mual, tenggorokan kering dan gatal, dan kaku/kejang otot. Tanda-gejala yang dicatat dalam kajian ini sesuai dengan yang dikemukakan Matthews (1979).

Variabel bebas meliputi tiga jenis, yaitu: daya racun pestisida, volume pestisida, dan tingkat pemajanan pestisida. Daya racun pestisida dinyatakan dengan skor, yaitu: skor 5 untuk pestisida golongan IA, skor 4 untuk golongan IB, skor 3 untuk golongan II, skor 2 untuk golongan III, skor 1 untuk golongan O, dan skor nol untuk bahan kimia bukan pestisida. Jika petani menggunakan lebih dari satu jenis pestisida, maka dihitung dengan skor pestisida yang paling berbahaya. Volume pestisida diukur dengan dengan jumlah larutan yang digunakan. Volume ini sekaligus merupakan *proxy* dari lamanya kontak dengan pestisida. Tingkat pemajanan pestisida dinyatakan dengan persentase bagian tubuh yang terpajan yaitu jumlah bagian tubuh yang terpajan dibagi dengan bagian tubuh yang diamati kali 100%. Bagian tubuh yang diamati meliputi delapan bagian yaitu: kepala, leher, bahu, punggung, tangan, pinggang, paha, dan kaki. Tingkat pemajanan pestisida dipengaruhi oleh perilaku petani dalam melakukan penyemprotan dan konsidi alat semprot yang digunakan.

3. Prosedur Analisis

Analisis dilakukan dalam dua tahap yaitu secara statistik --yang menguji signifikansi hubungan antara efek sebagai variabel tak bebas dengan agensia dan faktor risiko sebagai variabel bebas--, dan

secara deskriptif --yang menjelaskan variabel-variabel yang diteliti.

Secara statistik, hubungan antara variabel terikat (Y) dengan variabel-variabel bebas (Xi) secara matematis ditulis sebagai berikut:

$$Y = \beta_i X_i + \epsilon, \dots \dots \dots (1)$$

di mana ϵ merupakan *error terms* (faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model analisis). Analisis statistik dilakukan dengan metode regresi linier berganda melalui titik nol (tanpa intersep), karena dampak kesehatan yang diteliti bersifat akut. Artinya tidak akan ada tanda-gejala keracunan jika tidak ada penggunaan pestisida. Secara matematis ditulis sebagai berikut:

$$Y = \beta_1 \text{ daya racun} + \beta_2 \text{ volume} + \beta_3 \text{ tingkat pemajanan} \dots \dots \dots (2)$$

Menurut Johnston (1984) dan Johnston & DiNardo (1997), jika terdapat sejumlah N observasi dengan sejumlah k variabel, hubungan antara Y dan Xi dapat diestimasi dengan menggunakan metode regresi berganda, sehingga diperoleh nilai estimasi β_i , varian β_i , dan kesalahan standar β_i sebagai berikut:

$$\beta_i = (X'X)^{-1} \cdot (X'Y)$$

$$\text{varian } \beta_i = \text{diag} S^2 (X'X)^{-1}, \text{ di mana } S^2 = (\epsilon' \epsilon) / (N - k)$$

$$\text{kesalahan standar } \beta_i = (\text{varian } \beta_i)^{0.5}$$

$$t\text{-hitung} = \beta_i / \text{kesalahan standar } \beta_i$$

Jika nilai t-hitung lebih besar dari nilai t-tabel, maka variabel bebas yang bersangkutan berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat pada tingkat kesalahan tertentu. Analisis regresi dilakukan dengan menggunakan alat bantu paket statistik SPSS.

Secara deskriptif, analisis dilakukan dengan diagram dan tabel yang menjelaskan proporsi variabel-variabel yang diteliti. Analisis deskriptif diharapkan dapat mendukung analisis statistik.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menunjukkan dampak kesehatan akibat penggunaan pestisida yang dipengaruhi oleh daya racun, volume dan tingkat pemajanan pestisida. Ketiga

faktor tersebut secara signifikan mempengaruhi dampak kesehatan. Terlihat bahwa semakin tinggi daya racun pestisida yang digunakan semakin banyak tanda-gejala keracunan yang dialami petani, semakin banyak volume pestisida yang digunakan dan semakin banyak tubuh yang terpajan semakin banyak tanda-gejala keracunan.

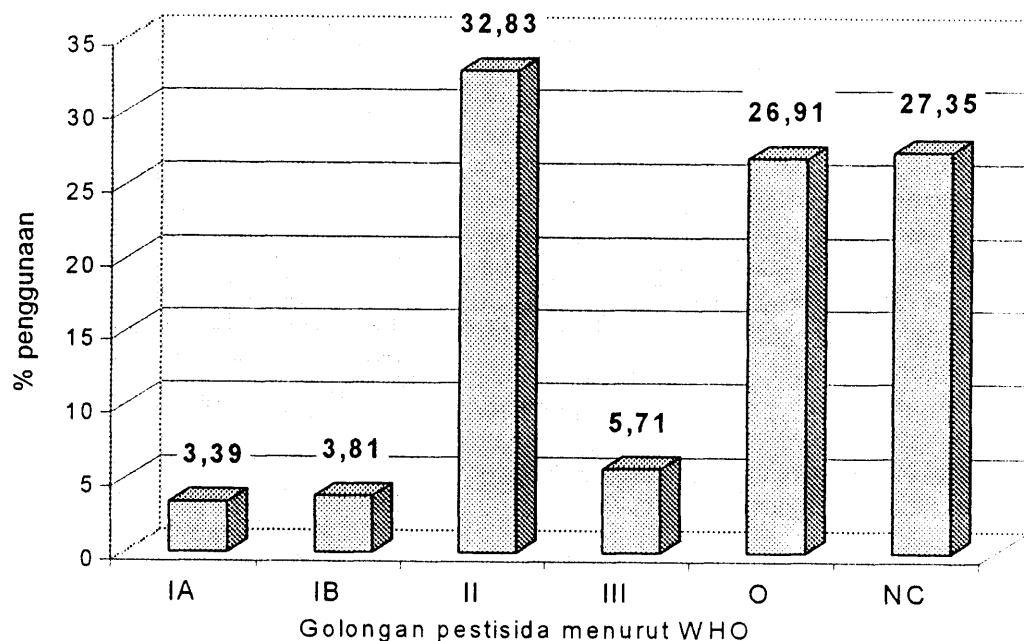
Keadaan ini dapat dipahami mengingat semakin banyak volume yang dihabiskan menyebabkan waktu kontak dengan

pestisida semakin lama. Ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Manahan (1983) bahwa dampak negatif yang ditimbulkan oleh penggunaan pestisida dipengaruhi oleh jenis bahan racun, lamanya kontak, dan kondisi setempat. Kondisi setempat yang lembab dan panas tidak memungkinkan petani untuk memakai pakaian pelindung yang memenuhi syarat, dan lagi pula petani tidak punya akses untuk memperoleh pakaian pelindung yang standar (Kishi et al. 1995).

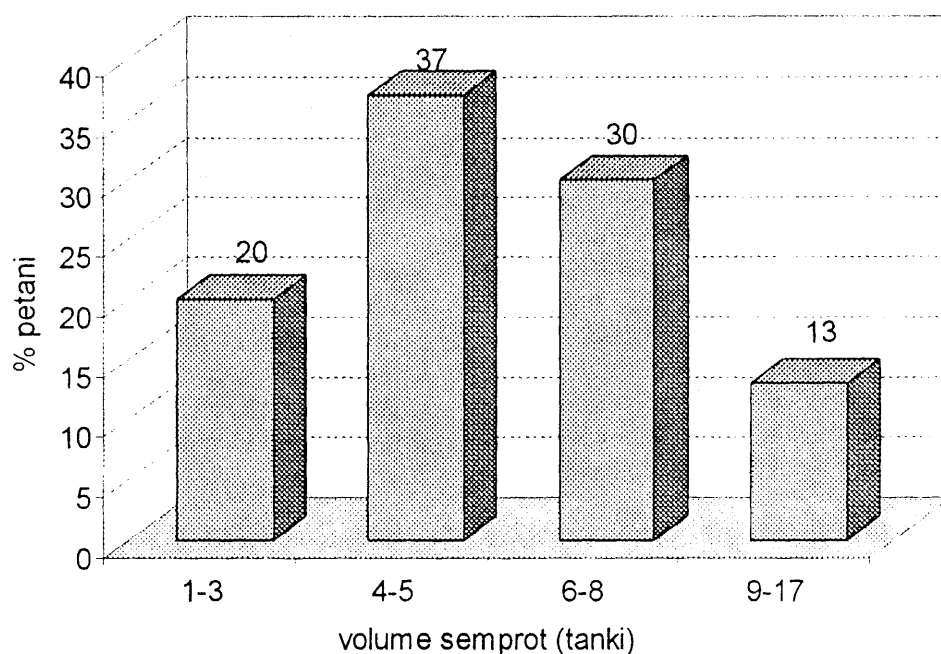
Tabel 1. Regresi Hubungan Antara Efek dengan Faktor Risiko

Variabel bebas	Koefisien	t-hitung
Daya racun pestisida (skor)	1,86*	4,39
Volume pestisida (Σ tangki)	1,88*	3,09
Tingkat pemajanan pestisida (%)	1,47*	2,77
R^2	0,56	
Korelasi (r)	0,75	
F-hitung	40,73*	

Variabel terikat: jumlah tanda-gejala keracunan, *)signifikan pada tingkat kesalahan 0,01.



Gambar 1. Diagram Golongan Pestisida Berdasarkan Klasifikasi WHO (dari 472 penyemprotan)



Gambar 2. Diagram Volume Semprot yang Dhabiskan (dari 100 petani)

Daya racun berpengaruh secara signifikan dapat dipahami mengingat petani masih menggunakan pestisida yang tergolong sangat berbahaya. Diagram 1 menunjukkan bahwa 32,83% dari 472 penyemprotan menggunakan pestisida golongan II. Pestisida golongan ini jika digunakan dengan cara yang benar masih aman. Terlihat juga bahwa masih terdapat petani menggunakan pestisida yang sangat berbahaya yaitu golongan IA dan IB. Pestisida golongan tersebut di negara-negara maju sudah dilarang.

Volume semprot mengindikasikan lamanya kontak dengan pestisida. Semakin banyak pestisida yang digunakan menyebabkan kontak dengan pestisida semakin lama.

Gambar 2 menunjukkan bahwa 37 % petani melakukan penyemprotan sebanyak 4-5 tanki atau setara dengan 56-70 liter larutan pestisida¹. Jumlah penyemprotan paling banyak adalah 17 tanki atau setara dengan 238 liter larutan.

¹ Volume tanki yang digunakan = 14 liter.

Tingkat pemajanan pestisida terhadap tubuh merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap dampak kesehatan. Jika tidak terjadi pemajanan, maka dampak kesehatan juga tidak akan terjadi.

Tabel 2 menunjukkan bahwa semua bagian tubuh petani yang melakukan penyemprotan terpajan pestisida. Bagian yang paling banyak terpajan adalah tangan kemudian diikuti punggung dan pinggang. Menurut Matthews (1979) keadaan ini sangat berbahaya mengingat punggung dan pergelangan tangan merupakan bagian kulit tubuh yang paling mudah menyerap pestisida. Pemajanan ini berhubungan dengan perilaku petani pada saat menangani pestisida dan jenis pakaian yang digunakan. Melihat kenyataan bahwa tidak ada petani yang memakai pakaian yang kedap air, maka ketika pakaian tersebut basah akan menyebabkan kontak langsung dengan kulit.

Tingkat pemajanan dipengaruhi oleh perilaku dalam penyemprotan dan kondisi alat semprot. Pada Tabel 3 terlihat bahwa sebagian besar petani yang melakukan penyemprotan menggunakan pakaian yang

panjang, namun semua pakaian yang dipakai tidak kedap air.

Yang perlu mendapat perhatian adalah pada saat membuat campuran pestisida semua petani tidak memakai alat pelindung tangan, hidung dan mulut. Keadaan ini tentunya sangat berbahaya mengingat bahwa pada saat membuat campuran, petani berhubungan langsung dengan larutan pestisida yang sangat pekat. Selanjutnya dapat dilihat bahwa 89 % petani tidak memperhatikan arah angin pada saat melakukan penyemprotan.

Tabel 4 menunjukkan bahwa semua petani yang melakukan penyemprotan

menggunakan alat semprot yang tidak layak pakai. Bahkan sebanyak 73 % petani menggunakan alat semprot yang bocor pada semua bagian

Akibat penggunaan pestisida yang berbahaya dengan volume dan tingkat pemajanan yang tinggi adalah dampak kesehatan, yaitu timbulnya tanda-gejala keracunan pestisida. Tanda-gejala yang dialami oleh petani setelah melakukan penyemprotan merupakan indikasi adanya keracunan. Variasi jumlah tanda-gejala gejala yang dialami oleh masing-masing petani dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 2. Prosentase Petani yang Terpapar pada saat Melakukan Penyemprotan

Bagian tubuh yang terpapar	prosentase
Kepala	1 %
Leher	4 %
Bahu	12 %
Punggung	79 %
Pinggang	56 %
Paha	1 %
Tangan	100 %
Kaki	24 %

Sumber: analisis hasil pengamatan

Tabel 3. Perilaku Petani dalam Penyemprotan Pestisida

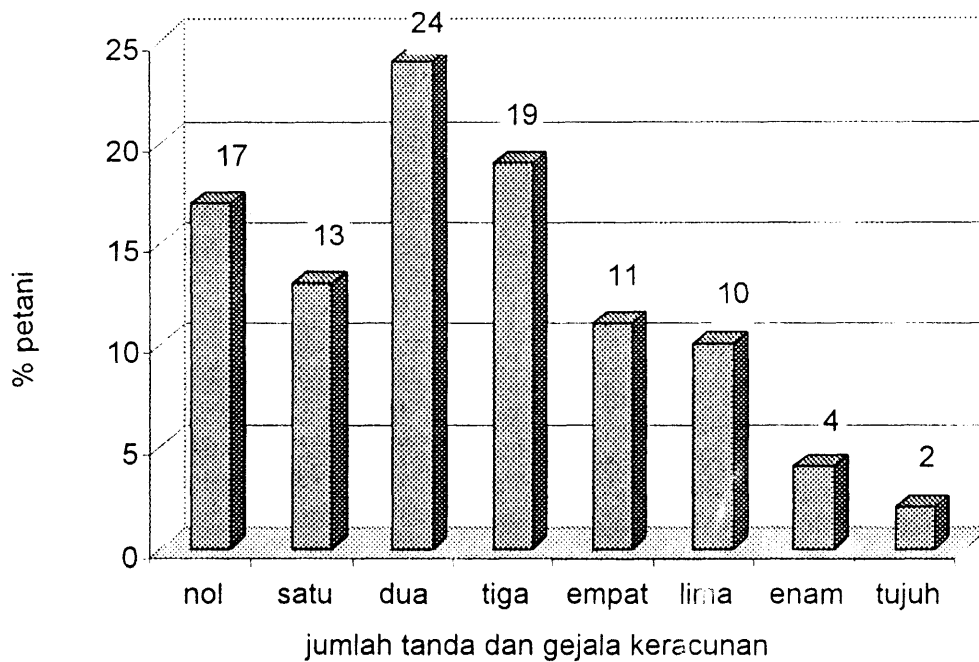
Perilaku penyemprotan	prosentase
Pakaian:	
Baju lengan panjang	72 %
Celana panjang	76 %
Pakaian kedap air	0 %
Alat pelindung:	
Kepala	54 %
Mata	0 %
Mulut dan hidung	22 %
Tangan	0 %
Kaki	10 %
Membuat larutan pestisida:	
Tanpa pelindung tangan (sarung tangan)	100 %
Tanpa pelindung hidung dan mulut (masker)	100 %
Melakukan penyemprotan:	
Tidak memperhatikan arah angin	89 %
Memperbaiki gangguan pada alat semprot tanpa dicuci	23 %

Sumber: analisis hasil pengamatan

Tabel 4. Kondisi Alat Semprot yang Dipakai Petani

Kondisi alat semprot	prosentase
100 % bocor	73 %
75-90 % bocor	26 %
25-74 % bocor	1 %
0-24 % bocor	0 %

Sumber: analisis hasil pengamatan


Gambar 3. Diagram Jumlah tanda-gejala keracunan yang dialami petani

Gambar 3 menunjukkan bahwa sebanyak 83 % petani yang melakukan penyemprotan mengalami tanda-gejala keracunan, dan sisanya tidak terdapat tanda-gejala. Jumlah tanda-gejala keracunan yang dialami petani paling banyak adalah dua dari tanda-gejala yang diamati. Mengingat tanda-gejala tersebut muncul setelah melakukan penyemprotan, maka ada dugaan kuat bahwa tanda-gejala tersebut sebagai akibat dari penggunaan pestisida. Meskipun tidak dilakukan uji laboratories, Matthews (1979) mengemukakan bahwa jika seseorang mempunyai tanda-gejala setelah berhubungan dengan pestisida, maka sudah

patut dicurigai bahwa orang tersebut mengalami keracunan.

Tanda-gejala umum keracunan pestisida yang dialami petani setelah penyemprotan merupakan indikasi bahwa pestisida sudah masuk ke dalam tubuh sebagai akibat dari pemajanan pestisida. Salah satu cara masuknya pestisida ke dalam tubuh adalah melalui sistem jaringan kulit. Keadaan ini lebih parah jika temperatur udara lebih tinggi. Cara ini sangat mungkin terjadi mengingat beberapa pestisida sengaja dibuat dalam formulasi racun kontak, yaitu dapat masuk ke dalam tubuh sasaran melalui kontak dengan kulit (Matthews 1979).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari kajian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa tingkat keracunan secara nyata dipengaruhi oleh daya racun pestisida, lamanya kontak dengan pestisida, dan banyaknya bagian tubuh yang terpajan. Semakin tinggi daya racun pestisida, semakin lama waktu kontak dengan pestisida, dan semakin banyak bagian tubuh yang terpajan menyebabkan tingkat keracunan semakin tinggi. Keadaan didukung oleh fakta bahwa petani berhadapan dengan bahan kimia yang sangat berbahaya yaitu masih menggunakan pestisida golongan IA dan IB dan sebagian besar golongan II, dan petani mempunyai risiko keracunan yang sangat tinggi. Tingkat risiko ditunjukkan oleh banyaknya tingkat pemajanan pestisida pada tubuh petani yang sangat tinggi sebagai akibat penggunaan alat semprot yang sudah tidak layak pakai dan tidak menggunakan pakaian pelindung yang dianjurkan. Jadi pertanyaan mengapa tingkat keracunan di negara-negara berkembang sangat tinggi, sedangkan penggunaan pestisida tertinggi justru di negara-negara maju dapat dijawab dari hasil kajian ini, yaitu: jenis pestisida yang digunakan mempunyai daya racun yang sangat tinggi, kondisi alat semprot, dan perilaku penyemprotan yang menyebabkan tingkat pemajanan pestisida pada tubuh petani.

Saran yang dapat disampaikan untuk melindungi petani dari bahaya pestisida adalah memberikan cara alternatif dalam pengendalian hama sehingga penggunaan pestisida berkurang. Pengurangan penggunaan pestisida merupakan cara yang paling tepat untuk mengurangi risiko keracunan, mengingat bahwa petani sulit mendapatkan pakaian pelindung yang standar dan kondisi iklim yang panas dan lembab tidak memungkinkan petani menggunakan pakaian pelindung yang baik. Peraturan yang melarang penggunaan pestisida yang mempunyai daya racun sangat tinggi merupakan kebijakan yang sangat efektif dalam jangka panjang.

Keterbatasan Penelitian

Kajian ini sengaja tidak mengukur tanda-tanda biologis yaitu asetilkholin-esterase di lapangan, mengingat keterbatasan alat dan adanya anggapan bahwa indikasi asetilkholin-esterase hanya untuk menunjukkan keracunan pestisida golongan organofosfat. Kajian ini juga tidak mengukur interaksi pencampuran pestisida, sehingga belum diketahui apakah campuran bersifat sinergisme ataupun antagonis diantara pestisida-pestisida yang dicampurkan. Bias yang mungkin terjadi adalah dalam mengungkap banyaknya gejala yang dikeluhkan petani bersifat subyektif, mengingat ada petani yang merasa kuat, dan demikian juga sebaliknya, sehingga berpengaruh pada jumlah gejala keracunan yang dialami.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Yayasan Indonesia Sejahtera, Jakarta; dan Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, Padang yang telah membantu dalam menentukan rancangan penelitian; Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Wilayah Sumatra Barat, Padang yang telah memberikan fasilitas; dan Puskesmas Alahan Panjang, Kabupaten Solok Propinsi Sumatra Barat yang telah memberikan bantuan teknis di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Antle, M. J. dan Capalbo M. 1994. 'Pesticides, Productivity, and Farmer Health: Implication of regulatory policy in agricultural research'. *Am. J. of Agric. Econ.*, 76: 598-602.
- Antle, M. J. dan Pingali, P. 1994. 'Pesticides, Productivity, and Farmer Health: A Philippine case study'. *Am. J. of Agric. Econ.*, 73: 418-430.
- Blair, A., Axelson, O., Franklin, C., Paynter, O.E., Perace, N., Stevenson, J., Trosko, E., Vainio, H., William, G., Woods, J.

- dan Zahm, S.H. 1988. Carcinogenic Effects of Pesticides. Dalam: Baker, S.R. & Wilkinson, C.F. (eds.), *The Effects of Pesticides on Human Health*. Princeton Scientific Publishing Co. Inc. Princeton: 202-260.
- Bond, J. W. 1996. *How EC and World Bank Policies Are Destroying Agriculture and the Environment*. AgBé Publishing, Singapore.
- Carson, Rachel. 1990. *Musim Bunga Yang Bisu*. Yayasan Obor, Jakarta.
- Deptan. 1991. *Pestisida untuk Pertanian dan Kehutanan*. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Ecobichon, D.J., Davies, J.E., Doull, J., Ehrich, M., Joy, R., McMillan, D., MacPhail, R., Reiter, W., Slikker, W. Jr. dan Tilson, H. 1988. Neurotoxic Effects of Pesticides. Dalam: Baker, S.R. dan Wilkinson, C.F. (eds.), *The Effects of Pesticides on Human Health*. Princeton Scientific Publishing Co. Inc. Princeton: 132-199.
- Fleischer, G. 1999. 'Sosial Cost and Benefit of Chemical Pesticide Use: Case study of German agriculture'. *Pesticide Policy Project Publication Series*, 8: 40-41
- Hewitt, T. I., dan Smith, R. K. 1995. Intensive Agriculture and Environmental Quality: Examining the newest agricultural myth. Henry A. Wallace Institute for Alternative Agriculture.
- Houndekon, V. dan Groote, H. 1998. 'Health Costs and Externalities of Pesticide Use in Locust and Grasshopper Control in the Sahel'. Paper prepared for the Annual Meeting of Amer. Agric. Econ. Assoc, Aug. 2-5 1998, Utah.
- Ikerd, J. 1999. 'Environmental Risks Facing Farmers'. Presented at Tri-State Conference for Risk Management Educaion, Pocono Manor, Pennsylvania, March 5-6, 1999.
- Johnston, J. 1984. *Econometric Methods*. 3rd ed. McGraw-Hill International Book Co. Auckland.
- Johnston, J. dan DiNardo, J. 1997. *Econometric Methods*. 4th ed. The McGrwa-Hill Co., Inc. New York.
- Kishi, M., Hirschorn, N., Djayadisastra, M., Satterlee N. L., Strowman, S. dan Dilts, R. 1995. 'Relationship of Pesticide Spraying to Signs and Symptoms in Indonesian Farmers'. *Scand. J. Work Environ. Health*, 21: 124-133.
- Manahan, E. S. 1983. *Environmental Chemistry*, 4 ed, Lewis Publisher.
- Matthews, G.A. 1979. *Pesticide Application Methods*. Longman, London.
- Mattison, D.R., Bogumil, R.J., Chapin, R., Hatch, M., Hendrickx, A., Jarrel, J., Labarbera, A.L., Schrade, S.M. dan Seleva, S. 1988. Reproductive Effects of Pesticides. Dalam: Baker, S.R. dan Wilkinson, C.F. (eds.), *The Effects of Pesticides on Human Health*. Princeton Scientific Publishing Co. Inc. Princeton: 297-389
- McLaughlin, S. P. 1999. *Sustainability Issues in Modern Agriculture*. <http://ag.arizona.edu/OALS/oals/alrsgp/faculty/mclaughlin/issues.html> 1 February 1999.
- Nhachi, C. F. B. 1999. Toxicology of Pesticides and the Occupational Hazards of Pesticide Use and Handling in Zimbabwe, Dalam: Mudimu, G. D.; H. Waibel; G. Fleischer (eds.): *Pesticide Policies in Zimbabwe, Status and Implications for Change*. A Publication of the Pesticide Policy Project, Special Issue 1: 125-140
- Nigg, H.N., Beier, R.C., Carter, O., Chaisson, C., Franklin, C., Lavy, T., Lewis, R.G., Lombardo, P., McCarthy, J.F., Maddy, K.T., Moses, M., Norris, D., Peck, C., Skinener, K. dan Tardiff, R.G. 1988. Exposure to Pesticide. Dalam: Baker, S.R. dan Wilkinson, C.F. (eds.), *The Effects of Pesticides*

- on Human Health*. Princeton Scientific Publishing Co. Inc. Princeton: 35-130
- Pimentel, D., Acquay, H., Biltonen, M., Rice, P., Silva, M., Nelson, J., Lipner, V., Giordano, S., Horowitz, A. dan D'Amore, M. 1992. 'Pesticide Use in Developing Countries'. *Bioscience*, 42: 750-760
- Rola, A. C. dan Pingali, P. L. 1993. *Pesticide, Rice Productivity, and Farmers' Health: An economic assessment*. World Resources Institute, IRRI, Philippine.
- Thomas, P.T., Busse, W.W., Kerkvliet, N.I., Luster, M.I., Munson, A.E., Murray, M., Roberts, D., Robinson, M., Silkworth, J., Sjoblad, R. dan Smialowicz, R. 1988. Immunologic Effects of Pesticides. Dalam: Baker, S.R. dan Wilkinson, C.F. (eds.). *The Effects of Pesticides on Human Health*. Princeton Scientific Publishing Co. Inc. Princeton: 261-295
- WHO, 1997. *The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 1996-1997*. UNEP, ILO, WHO.
- Wilkinson, C.F. 1988. Introduction and Overview. Dalam: Baker, S.R. dan Wilkinson, C.F. (eds.), *The Effects of Pesticides on Human Health*. Princeton Scientific Publishing Co. Inc. Princeton: 5-33.